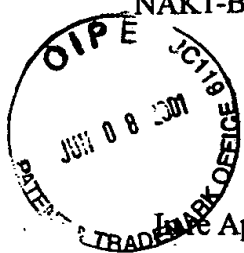


NAK1-BO34



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of:

Masaaki Yuri et al.

Serial No.: 09/824,456

Filed: April 2, 2001

For: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND
MULTIPLE WAVELENGTH LASER LIGHT
EMITTING APPARATUS EMPLOYING THE
SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

Examiner:

Art Unit: 2811

June 6, 2001

Irvine, California 92614

RECEIVED
JUN 15 2001
JUN 19 2001
OIP E/JCWS TC 2600 MAIL ROOM

LETTER

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Enclosed are the priority documents, Japan 2000-099512 and Japan 2000-099514, for
filing in the above-identified application in accordance with 34 USC § 119.

If there are any questions, please contact the undersigned attorney at the listed telephone
number.

I hereby certify that this correspondence is
being deposited with the U.S. Postal Service as
first class mail in an envelope addressed to:
Assistant Commissioner for Patents,
Washington, DC 20231, on June 6, by Daniel
Kerby

Signature

June 6, 2001

Date of Signature

Very truly yours,

PRICE AND GESS

Joseph W. Price

Reg. No. 25,124

2100 S.E. Main St., Ste. 250

Irvine, CA 92614

949/261-8433



J.W. Price, 949/261.8433

Masaaki Yuri et al

S.N. 09/824,456

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE

JAPANESE GOVERNMENT NAK1-13034

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-099512

出 願 人

Applicant (s):

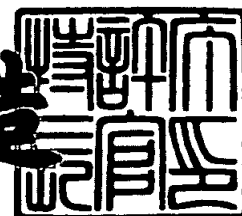
松下電子工業株式会社

RECEIVED
JUN 19 2001
TC 2800 MAIL ROOM

2001年 3月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3018480

【書類名】 特許願

【整理番号】 2925010130

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 5/065

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 油利 正昭

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 玉井 誠一郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 伊藤 国雄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 数村 勝

【特許出願人】

【識別番号】 000005843

【氏名又は名称】 松下電子工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090446

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 司朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100109210

【弁理士】

【氏名又は名称】 新居 広守

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014823

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810106

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のレーザ光発振部を有するレーザ光発光部品と、
少なくとも一のレーザ光発振部で発振し、その出力端面から出射されたレーザ光
の少なくとも一部を、他のレーザ光発振部内に折り返して入射させる光学部品と
、
を備えることを特徴とする半導体レーザ発光装置。

【請求項 2】 前記レーザ光発光部品は、一素子の中に 2 以上のレーザ光発
振部をアレイ状に配列した構成の半導体レーザアレイ素子であることを特徴とす
る請求項 1 記載の半導体レーザ発光装置。

【請求項 3】 前記レーザ光発光部品は、複数の半導体レーザアレイ素子を
スタック状に配設した構成であることを特徴とする請求項 1 載の半導体レーザ発
光装置。

【請求項 4】 前記光学部品は、レーザ光発振部の出力端面から出射したレ
ーザ光の出射方向前方に配され、レーザ光の一部を透過し、残りを反射若しくは
散乱させる半透明部材であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載
の半導体レーザ発光装置。

【請求項 5】 前記光学部品は、平板形状をしており、レーザ光の入射面に
相当する一方の主面が平坦面もしくは粗面を形成し、当該主面においてレーザ光
の一部を反射もしくは散乱させることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体レー
ザ発光装置。

【請求項 6】 前記光学部品は、平板形状をしており、レーザ光の入射面に
相当する一方の主面に回折格子を備え、当該回折格子においてレーザ光の一部を
所定の角度に反射して回折することを特徴とする請求項 4 に記載の半導体レーザ
発光装置。

【請求項 7】 前記光学部品は、前記回折格子により回折された土 1 次回折
光を隣のレーザ光発振部内に折り返して入射させることを特徴とする請求項 6 記
載の半導体レーザ発光装置。

【請求項 8】 前記光学部品は、前記反射もしくは散乱されたレーザ光を他の半導体レーザアレイ素子に属するレーザ光発振部内に折り返して入射させることを特徴とする請求項 3 から 7 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置。

【請求項 9】 前記光学部品は、透過したレーザ光を集光する又は平行光にするホログラム処理がなされていること特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置。

【請求項 10】 前記複数の半導体レーザアレイ素子は、それぞれ半導体ウエハから切り出された基層を有し、各半導体レーザアレイ素子の基層が同一の半導体ウエハから切り出されたものであること特徴とする請求項 3 から 9 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置。

【請求項 11】 前記半導体レーザアレイ素子は、実屈折率導波構造を有した半導体レーザアレイ素子であること特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置。

【請求項 12】 請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を用いて溶接することを特徴とするレーザ溶接装置。

【請求項 13】 請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を照射して被照射面に 2 次元マトリックスデータを作製することを特徴とする 2 次元マトリックスデータ作製装置。

【請求項 14】 請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を照射して生体を切開又は止血することを特徴とする半導体レーザメス装置。

【請求項 15】 請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を、フォトフィリン薬を注入した生体に照射して悪性腫瘍の治療を行うことを特徴とする腫瘍治療装置。

【請求項 16】 請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を頭部に照射して育毛治療を行うことを特徴とする育毛治療装置。

【請求項 17】 請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の半導体レーザ

発光装置が発光するレーザ光を網膜に照射して網膜剥離の治療を行うことを特徴とする網膜剥離治療装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 から請求項 1 1 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を角膜に照射して近視の治療を行うことを特徴とする近視治療装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 から請求項 1 1 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を被照射体に照射して穴あけ加工を行うことを特徴とする穴あけ加工装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 から請求項 1 1 のいずれかに記載の半導体レーザ発光装置が発光するレーザ光を被照射体に照射して表面変質加工を行うことを特徴とする表面変質加工装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高出力のレーザ光を出力することができ、光記録、光通信、溶接などに好適した高出力の半導体レーザ発光装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、光記録、光通信、溶接などに用いられる半導体レーザ発光装置では、高出力化に対して積極的な開発が行われている。

この中で、一の基板上にレーザ光発振部を複数個ストライプ状に形成してアレイ構造とした半導体レーザアレイ素子をレーザ光の光源とする、例えば、特開平 5 - 2 2 6 7 6 5 号公報に開示された技術がある。

【 0 0 0 3 】

この公報に開示された技術は、一の基板上の各レーザ光発振部を近接させて位置させることにより、レーザ光発振部内の各レーザ光がいわゆるしみ出しによって結合し、各レーザ光発振部の出力端面から出射されるレーザ光が位相同期されるというものである。したがって、各レーザ光発振部の出力端面から出射されたレーザ光を光学レンズなどにより容易に 1 つのスポットに集光することができ、

高出力を得ることができる

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術では、レーザ光発振部内の各レーザ光をしみ出しによって結合させるようにしており、このしみ出し範囲は通常数ミクロン以内と非常に狭いことから、各レーザ光発振部は狭い領域に密接して設ける必要がある。従って、電流ブロック層の幅を広くとれないという設計上の制約を受け、製作が非常に困難である。また、各レーザ光発振部が近接して位置するため、熱が狭い領域に閉じ込められることになり発熱の度合いが高く、特に中央部分での温度上昇が顕著となり、溶解の危険性や熱膨張による波長変化など装置の信頼性の面で問題が残る。これらの問題を避けるために、位相同期を無視して電流ブロック層の幅を広くして各レーザ光発振部の間隔を大きくすることも考えられるが、そうすれば1つのスポットに集光させて高出力化することができない。

【0005】

また、光量を増やして高出力化するために、このような光源を複数使用したとしても、他の半導体レーザアレイ素子から出射されるレーザ光とは位相同期することができないため高出力化にも限度がある。

本発明は、上記の問題に鑑み、製造上問題とならない間隔を持って配されたレーザ光発振部あっても、そこから出射されるレーザ光の波長と位相の整合を取る（以下、「フェーズロック」という。）ことが可能な半導体レーザ発光装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に係る半導体レーザ発光装置では、複数のレーザ光発振部を有するレーザ光発光部品と、少なくとも一のレーザ光発振部で発振し、その出力端面から出射されたレーザ光の少なくとも一部を他のレーザ光発振部内に折り返して入射させる光学部品とを備えることを特徴とする。

【0007】

これにより、製造上問題とならない間隔を持って配されたレーザ光発振部あ

ても、一のレーザ光発振部と他のレーザ光発振部の各出力端面から出射されるレーザ光がフェーズロックされる。

ここで、前記レーザ光発光部品は、一素子の中に 2 以上のレーザ光発振部をアレイ状に配列した構成の半導体レーザアレイ素子であってもよい。

【 0 0 0 8 】

ここで、前記レーザ光発光部品は、複数の半導体レーザアレイ素子をスタック状に配設した構成であってもよい。

また、前記光学部品は、レーザ光発振部の出力端面から出射したレーザ光の出射方向前方に配され、レーザ光の一部を透過し、残りを反射若しくは散乱させる半透明部材であることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、前記光学部品は、平板形状をしており、レーザ光の入射面に相当する一方の主面が平坦面もしくは粗面を形成し、当該主面においてレーザ光の一部を反射もしくは散乱させることを特徴とする。

また、前記光学部品は、平板形状をしており、レーザ光の入射面に相当する一方の主面に回折格子を備え、当該回折格子においてレーザ光の一部を所定の角度に回折することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、前記光学部品は、前記回折格子により回折された±1次回折光を隣のレーザ光発振部内に折り返して入射させることを特徴とする。

また、前記光学部品は、前記反射もしくは散乱されたレーザ光を他の半導体レーザアレイ素子に属するレーザ光発振部内に折り返して入射させることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

これにより、異なる半導体レーザアレイ素子の各レーザ光発振部から出射されるレーザ光をフェーズロックすることができる。

また、前記光学部品は、透過したレーザ光を集光する又は平行光にするホログラム処理がされていてもよい。

また、上記半導体レーザ発光装置は、前記複数の半導体レーザアレイ素子がそ

れぞれ半導体ウエハから切り出された基板を有し、各半導体レーザアレイ素子の基板が同一の半導体ウエハから切り出されたものであること特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、前記半導体レーザアレイ素子は、実屈折率導波構造を有した半導体レーザアレイ素子であること特徴とする。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る半導体レーザ発光装置の実施の形態を図面を参照しながら具体的に説明する。

（第 1 の実施の形態）

図 1 は、本第 1 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置 1 の概略構成を示す斜視図である。

【 0 0 1 4 】

同図に示すように、半導体レーザ発光装置 1 は、各発光点 P 1 ～ P 5（ここでは、各出力端面における各レーザ光の主光線の出射される点をいう。）からレーザ光 L B 1 ～ L B 5 を出射する半導体レーザアレイ素子 1 0 と、光学部品 2 0 とから構成される。

まず、半導体レーザアレイ素子 1 0 の構成について説明する。図 2 は、半導体レーザアレイ素子 1 0 の概略構成を示す斜視図である。なお、レーザ光 L B 1 ～ L B 5 の主光線は実線にて示し、その光束幅は破線にて示す。

【 0 0 1 5 】

半導体レーザアレイ素子 1 0 は、実屈折率導波構造の赤色レーザ光発振部が 5 本列設されたアレイ構造体のものであり、n 型 GaAs 基板 1 0 1 上に、n 型 GaAs バッファ層 1 0 2 と、n 型 AlGaInP クラッド層 1 0 3 と、GaInP / AlGaInP 量子井戸構造活性層 1 0 4 と、p 型 AlGaInP クラッド下地層 1 0 5 と、n 型 AlInP 電流ブロック層 1 0 6 と、p 型 AlGaInP クラッド埋込層 1 0 7 と、p 型 GaAs キャップ層 1 0 8（ヒートシンク）とが順次積層され、p 型 GaAs キャップ層 1 0 8 の表面に形成された、Cr / Pt / Au の三層が面状に積層されて形成された p 型電極 1 0 9 と、n 型基板 1 0 1 の裏面に形成された AuGe / Ni / Au の三層が面状に積層されて形成

されたn型電極110とからなる。なお、p型AlGaInPクラッド埋込層107にはp型電極109から注入される電流が狭窄される電流チャネル111がストライプ状に形成されている。

【0016】

この半導体レーザアレイ素子10は上記各層の積層方向に直交する方向に、へき開面120、121が対向して形成されている。一方のへき開面121における光の反射率はほぼ100%であるのに対して、他方のへき開面120における反射率は数%に設定されており、このへき開面間でいわゆるレーザ光の共振器を構成する。

【0017】

以上の構造において、p型電極109から注入される電流は、各電流チャネル111内を通じて狭窄されて流れ、その下部に設けられたGaInP/AlGaInP量子井戸構造活性層104においてレーザ発振が生じる。n型AlInP電流ブロック層106の屈折率は、p型AlGaInPクラッド下地層105よりも小さいため、この屈折率差によりレーザ光が各電流チャネル111に閉じ込められる。この閉じ込められたレーザ光がへき開面120、121間で形成される共振器寸法によって定まる波長で発振し、へき開面120の各発光点P1～P5からレーザ光LB1～LB5となって出射される。各レーザ光LB1～LB5は、破線で示すようにその断面形状が半導体レーザアレイ素子10の積層方向に長径を向けた楕円形をし、各発光点P1～P5から遠ざかるにつれて光束幅を広げる。

【0018】

光学部品20は、透明ガラス板から構成されており、図1に示すように各レーザ光LB1～LB5が入射する入射面21と、この光学部品20を透過したレーザ光を出射する出射面22を備える。

図3は、光学部品20と半導体レーザアレイ素子10の位置関係を示すための半導体レーザ発光装置1の上面図である。なお、各レーザ光LB1～LB5の主光線を実線で示し、反射光を破線で示す。

【0019】

光学部品20は、平板透明ガラスから構成され、入射したレーザ光の一部を反

射して他の発光点 P 1 ~ P 5 に折り返すためのものであり、レーザ光 L B 1 ~ L B 5 の各主光線が入射面 2 1 の各入射点 P 6 ~ P 1 0 に略垂直に入射するように図示しない支持台で固定される。ここで、光学部品 2 0 と半導体レーザアレイ素子 1 0 の間の距離は、少なくとも各発光点間距離よりも長くなるように構成されている。これは、あまりに光学部品 2 0 と半導体レーザアレイ素子 1 0 の間の距離が短すぎるとレーザ光が各発光点に折り返されなくなるためである。

【 0 0 2 0 】

この光学部品 2 0 における入射面 2 1 の大きさは、入射されたレーザ光をすべて反射できる大きさが望ましい。半導体レーザアレイ素子 1 0 から射出されたレーザ光は光束幅を広げながら進むため、上記入射面 2 1 の大きさは、光学部品 2 0 と半導体レーザアレイ素子 1 0 との間の距離、および半導体レーザアレイ素子から出射されるレーザ光の広がり角を考慮して決められる。

【 0 0 2 1 】

また、入射面 2 1 の表面は、平坦かつその表面が鏡面研磨されており反射率はおおよそ 1 0 ~ 3 0 % に設定される。そのため、入射された各レーザ光 L B 1 ~ L B 5 の多くの部分は、透過されて出射面 2 2 から出射される。一方、一部のレーザ光は広がり角に応じて入射面 2 1 にて反射され、他の発光点 P 1 ~ P 5 に折り返されるようになる。この反射率はあまり大きすぎると、光学部品 2 0 を透過されるレーザ光の光量が少なくなり、透過されたレーザ光を集光して高出力化する場合の妨げとなる一方、反射率があまり小さすぎると各発光点に折り返されるレーザ光量が少なくなり、後述のフェーズロックが起こりにくくなるので上記反射率程度が好ましい。

【 0 0 2 2 】

ここで、入射面 2 1 での各レーザ光 L B 1 ~ L B 5 の反射の様子について具体的に説明するため、発光点 P 3 から出射されたレーザ光 L B 3 を例にとって説明する。なお、レーザ光 L B 1 ~ L B 5 の反射は同様に起こるので他のレーザ光についての説明は省略する。

レーザ光 L B 3 は、上述したように光束幅が広がりながら進むため、入射面 2 1 に対して広がりながら入射される。ここで、入射されたレーザ光 L B 3 の一部

はその広がりに応じた角度で反射され、発光点 P 3 の両隣の発光点 P 2, P 4 に折り返される反射光 L B 3 1, L B 3 2 を生ずる（図示しないが P 1, P 5 にも折り返される。）。

【 0 0 2 3 】

各発光点 P 2, P 4 に折り返された反射光 L B 3 1, L B 3 2 は、その一部がへき開面 1 2 0（図 2）を透過した後、各発光点に対応するへき開面 1 2 0, 1 2 1（図 2）により構成される共振器内に戻される。そのため、各共振器内部においてはそのレーザ光が往復しながら、いわゆる引き込み現象によって各反射光 L B 3 1, L B 3 2 の位相および波長、すなわち、レーザ光 L B 3 の位相および波長に共振したレーザ光を発生させることとなる。したがって、各発光点 P 2, P 4 から出射されるレーザ光 L B 2, L B 4 の波長および位相がレーザ光 L B 3 の波長および位相と整合される。つまり、これらのレーザ光 L B 2, L B 3, L B 4 は、フェーズロックされることとなる。

【 0 0 2 4 】

ここでは、発光点 P 3 から出射されたレーザ光 L B 3 について説明したが、このような反射は図 3 の破線で示すように他の発光点から出射されたレーザ光においても同様に発生しており、各発光点 P 1 ～ P 5 から出射されたレーザ光はお互いに隣り合う発光点および図示しないが他の発光点にも入射される。したがって、連鎖的にすべてのレーザ光 L B 1 ～ L B 5 がフェーズロックされることになるのである。

【 0 0 2 5 】

以上の構成により、レーザ光発振部間の間隔が大きく光のしみ出しによるレーザ光の位相同期をすることができないような半導体レーザアレイ素子の場合でも、光学部品によって、出射されたレーザ光の一部を他の発光点に折り返しするように構成しているので、各発光点から出射されるレーザ光をフェーズロックすることができる。

【 0 0 2 6 】

なお、上記入射面 2 1 の表面は不規則な凹凸形状を有していてもよい。例えば、入射面 2 1 の表面がすりガラスのような不規則な凹凸形状を有していれば、レ

ーザ光が入射すると乱反射がおこり、一部のレーザー光しか発光点に折り返ししない平坦形状にくらべると発光点に折り返される光量が増加し、フェーズロックをより確実に起こさせることができる。

【 0 0 2 7 】

(第 2 の実施の形態)

上記第 1 の実施の形態においては、光学部品 2 0 の入射面 2 1 が平坦な形状をしていたが、入射面に回折格子を備えてもよい。

図 4 は、本第 2 の実施の形態に係る半導体レーザー発光装置 2 の概略構成を示す斜視図である。なお、図 1 とは、光学部品 3 0 が異なるのみであり、図 1 と同じ番号を付したものは同じ構成要素であるので詳しい説明は省略する。また、回折格子は分かり易くするため、その大きさをかなり大きく示している。

【 0 0 2 8 】

光学部品 3 0 は、透明ガラスから構成され、半導体レーザーアレイ素子 1 0 の積層方向に沿った、凹部 3 1 0 と凸部 3 1 1 が交互に並んで構成するストライプ状の溝が形成された回折格子を入射面 3 1 に備える。この光学部品 3 0 は、第 1 の実施の形態の光学部品 2 0 と同様、他の発光点にレーザー光を折り返すための光学部品であり、異なる点は、回折格子により所定方向に回折してレーザー光を効率よく各発光点に折り返す構成となっている点である。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、半導体レーザー発光装置の上面図である。なお、各レーザー光 L B 1 ～ L B 5 の主光線を実線で示し、回折光を破線で示す。また、回折格子は分かり易くするため、その大きさをかなり大きく示している。

光学部品 3 0 は、その入射面 3 1 に半導体レーザーアレイ素子 1 0 から出射されるレーザー光 L B 1 ～ L B 5 の主光線が垂直に入射するように図示しない支持台に支持される。この光学部品 3 0 と半導体レーザーアレイ素子の間の距離は、以下に説明するような回折条件によって所定の距離となるように決められる。

【 0 0 3 0 】

ここで、レーザー光 L B 3 を例にとって回折現象について説明する。レーザー光 L B 3 は、半導体レーザーアレイ素子 1 0 の発光点 P 3 から出射され、入射面 3 1 の

入射点 P 1 3 に入射するとともに、その一部が反射・回折されて - 1 次回折光 L B 3 3 と + 1 次回折光 L B 3 4 とを生じ、各隣の発光点 P 2、P 4 に折り返される。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、上記回折条件について説明するための半導体レーザ発光装置 2 の上面から見たレーザ光 L B 3 の光路図である。なお、回折格子の大きさなどは分かり易くするためにかなり大きく表現している。

回折格子は、凹部 3 1 0 と凸部 3 1 1 が周期 D で交互に並んでストライプ状の溝が構成されたものであり、凹部 3 1 0 の入射点 P 1 3 に入射されたレーザ光 L B 3 の一部は回折され、± 1 次回折光のレーザ光 L B 3 4、L B 3 5 を生ずる。この± 1 次回折光 L B 3 4、L B 3 5 は、所定の回折角 θ をもって回折される。

【 0 0 3 2 】

ここで、上記回折角 θ は、レーザ光 L B 3 の波長を λ とすると式 1 で与えられる。

$$D \sin \theta = \lambda \quad (\text{式 1})$$

また、発光点 P 3 - P 4 (P 2) 間の距離を X、発光点 P 3 から入射面 3 1 2 までの距離を L とすると、± 1 次回折光 L B 3 4、3 5 が発光点 P 2、P 4 に折り返しされる回折角 θ は、式 2 の関係を満たす。

【 0 0 3 3 】

$$X = L \tan \theta \quad (\text{式 2})$$

上記式 1、式 2 より、発光点間距離 X と距離 L の関係は式 3 で与えられる。

$$L = \left[(D/\lambda)^2 - 1 \right]^{0.5} \cdot X \quad (\text{式 3})$$

つまり、この式 3 を満たせば、発光点 P 3 から出射されたレーザ光 L B 3 は、所定の回折角で効率よく両隣の発光点 P 2、P 4 へ折り返されることになる。すなわち、波長 λ 、回折格子の凹部と凸部の周期 D が決まりさえすれば、この条件を満たす距離 L となる位置に光学部品 3 0 を設置すればよい。例えば、 $\lambda = 0.65 \mu\text{m}$ (赤色レーザ)、 $D = 2 \mu\text{m}$ 、 $X = 200 \mu\text{m}$ とすれば、 $L = 582 \mu\text{m}$ となる。なお、周期 D に対する凸部 3 1 1 の幅の比、すなわち回折格子のデューティは、0 より大きく 1 より小さい任意の値でよいが、0.5 すなわち凸部

311と凹部310が等幅になるときに最も回折格子が高くなるので望ましい。

【0034】

このように隣の発光点P2, P4にレーザ光が効率よく折り返されることにより、第1の実施の形態同様、発光点P2, P3, P4から出射されるレーザ光LB2, LB3, LB4がフェーズロックされるようになる。このフェーズロックは、レーザ光LB2, LB3, LB4のみにおいて発生しているのではなく、図5に示すように、各発光点P1～P5から出射されたレーザ光LB1～LB5がお互いに隣り合う発光点へ効率よく折り返しされるため、連鎖的にレーザ光LB1～LB5すべてがフェーズロックされることとなる。

【0035】

上記構成によれば、光学部品30の入射面31に回折格子を形成しているため、第1の実施の形態に比べ、入射面に入射したレーザ光を効率よく発光点に折り返しすることができるので、入射面の反射率を上げることなく、より確実にレーザ光をフェーズロックすることができる。

(第3の実施の形態)

上記第1の実施の形態においては1つの半導体レーザアレイ素子を使用していたが、この半導体レーザアレイ素子を複数スタックさせて使用してもよい。

【0036】

図7は、本第3の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置3の概略構成を示す斜視図である。図1と異なる点は、半導体レーザアレイ素子10a, 10b, 10cをスタックさせて用いていることのみであり、同じ番号を付したものについては同じ構成要素であるため説明を省略する。また、これら半導体レーザアレイ素子10a, 10b, 10cについては同種のものを使用しており、半導体レーザ、レーザ光、発光点などは添え字a, b, cを付して区別している。

【0037】

同図に示すように、スタックされた半導体レーザアレイ素子10a, 10b, 10cは、各半導体レーザアレイ素子の発光点とそのピッチを等しくしてスタック方向に一行に並ぶように（例えば、P1a, P1b, P1c）構成される。

なお、個々の半導体レーザアレイ素子10a, 10b, 10cにおいては第1

の実施の形態と同様の構成であるので、光学部品 2 0 に反射されたレーザ光により、各同一半導体レーザアレイ素子 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c から出射される各 5 本ずつのレーザ光においては、それぞれがフェーズロックされる。

【 0 0 3 8 】

図 8 は、半導体レーザ発光装置 3 を側面から見たレーザ光の光路図である。各レーザ光 L B 1 a ~ L B 1 c の主光線を実線で示し、反射光を破線で示す。

半導体レーザアレイ素子 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c の各発光点 P 1 a ~ P 1 c から出射されたレーザ光 L B 1 a ~ L B 1 c は、光学部品 2 0 の入射面 2 1 における各入射点 P 6 a ~ P 6 c に入射される。これらの各レーザ光 L B 1 a ~ L B 1 c の一部は入射面 2 1 にて反射される。

【 0 0 3 9 】

ここで、各レーザ光の反射は同様に発生するため、発光点 P 1 b から出射されたレーザ光 L B 1 b を例にとってその反射の様子を説明する。

レーザ光 L B 1 b は、上述したように光束幅が広がりながら進むため、一部のレーザ光は入射面 2 1 に対して所定の入射角をもって入射される。この入射面 2 1 に所定の入射角をもって入射したレーザ光の一部は反射され、発光点 P 1 b のスタック方向に隣り合う発光点 P 1 a, P 1 c に折り返しされる反射光 L B 1 1 b, L B 1 2 b となる。

【 0 0 4 0 】

したがって、異なる半導体レーザアレイ素子に属するスタック方向に並んだ発光点 P 1 a ~ P 1 c から出射されるレーザ光 L B 1 a ~ L B 1 c においても共振によりフェーズロックされることとなる。このスタック方向のフェーズロックは他の発光点においても同様に発生する上、上述したように同一半導体レーザアレイ素子内の発光点でもフェーズロックされるので、結果として半導体レーザアレイ素子 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c から出射されるレーザ光すべてがフェーズロックされることとなるのである。

【 0 0 4 1 】

以上の構成により、複数の半導体レーザアレイ素子をスタックして使用した場合でも、出射されたレーザ光が同一および異なる半導体レーザアレイ素子に属す

る隣り合う発光点へ折り返されることから、すべての発光点から出射されるレーザ光がフェーズロックされることとなる。したがって、従来では不可能であった異なる半導体レーザアレイ素子間でのフェーズロックを可能とし、フェーズロックされたレーザ光の本数を増加させて、より高出力化をすることができる。

【 0 0 4 2 】

なお、このように複数の半導体レーザアレイ素子をスタックして用いる場合には、各半導体レーザアレイ素子の n 型 GaAs 基板 1 0 1 (図 2) を同じ半導体ウエハから切り出したものを使用することが好ましい。出射されるレーザ光の波長は、この半導体ウエハの特性によって決まるため、異なる半導体ウエハから切り出したものではその製造条件により半導体ウエハの特性がわずかに異なり、それぞれのレーザ光の波長が微妙に異なる可能性がある。一方、同じ半導体ウエハから切り出したものを各半導体レーザアレイ素子に使用すれば、出射されるレーザ光の波長が略一致しているので、位相を合わせるためだけの少ないレーザ光量でフェーズロックが可能となる。

【 0 0 4 3 】

(第 4 の実施の形態)

上記第 3 の実施の形態では光学部品 2 0 の入射面が平面であったが、この入射面に第 2 の実施の形態のような回折格子 (ただし、回折方向が異なる。) を有していても良い。

図 9 は、本第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置 4 の概略構成を示す斜視図である。図 7 とは、光学部品 4 0 が異なるのみであり、その他の構成については同じものであるため説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

光学部品 4 0 は、レーザ光を入射する入射面 4 1 が回折格子を備えている。この回折格子は、各半導体レーザアレイ素子 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c の積層方向直交方向に沿った、凹部 4 1 0 と凸部 4 1 1 が交互に並んで構成するストライプ状の溝が並んで構成され、入射されたレーザ光を積層方向に回折する。一方、積層方向直交方向にはレーザ光は回折せず、反射が起こるのみである。このため、第 1 の実施の形態と同様、光学部品 4 0 の表面反射により、各同一半導体レーザア

レイ素子 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c から出射される各 5 本ずつのレーザ光がそれぞれ他の発光点に折り返しされ、同一半導体レーザアレイ素子内でフェーズロックされるようにしている。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 は、本第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置の側面から見たレーザ光の光路図である。各レーザ光 L B 1 a ~ L B 1 c の主光線を実線で示し、 ± 1 次回折光を破線で示す。なお、出射された各レーザ光については同様に進行するため、一例として各発光点 P 1 a, P 1 b, P 1 c から出射されるレーザ光 L B 1 a, L B 1 b, L B 1 c について説明する。

【 0 0 4 6 】

レーザ光 L B 1 a, L B 1 b, L B 1 c は、光学部品 4 0 の入射面 4 1 に入射される。入射されたレーザ光 L B 1 a, L B 1 b, L B 1 c は、ほとんどが透過されて出射面 4 2 から出射されるが、各一部のレーザ光は回折格子の形成された入射面 4 1 の入射点 P 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c において反射され、半導体レーザアレイ素子のスタック方向に回折される。

【 0 0 4 7 】

ここで、半導体レーザアレイ素子 1 0 b の発光点 P 1 b から出射されたレーザ光 L B 1 b を例にとって説明する。回折されたレーザ光の一部は、 -1 次回折光であるレーザ光 L B 1 3 b と、 $+1$ 次回折光であるレーザ光 L B 1 4 b となる。

図 1 1 は、本第 4 の実施の形態にかかる半導体レーザ発光装置 4 を側面から見たレーザ光 L B 1 b の反射の様子を示す光路図である。なお、回折格子の大きさなどについては分かり易くするため大きく表している。

【 0 0 4 8 】

同図に示すように、半導体レーザアレイ素子 1 0 b の発光点 P 1 b から出射されたレーザ光 L B 1 b は、入射面 4 1 に設けられた回折格子の凹部 4 1 0 の入射点 P 2 0 b に入射すると、その一部は半導体レーザアレイ素子のスタック方向に所定の回折角 θ で回折されたレーザ光 L B 1 3 b, L B 1 4 b となり、各発光点 P 1 a, P 1 c に折り返しされる。なお、同図に示す距離 L などの回折条件については、第 2 の実施の形態で説明した式 (3) を満たすようにすれば、レーザ光

L B 1 3 b、L B 1 4 b が所定の回折角をもって各発光点 P 1 a、P 1 c に効率よく折り返しされる。このようなレーザ光の折り返しはすべてのスタック方向に隣り合う発光点において相互に発生する。

【 0 0 4 9 】

したがって、第 3 の実施の形態と同様に、半導体レーザアレイ素子 1 0 a、1 0 b、1 0 c から出射されるレーザ光すべてを共振によりフェーズロックすることができるうえ、回折格子を備えることで、異なる半導体レーザアレイ素子間のスタック方向へレーザ光を効率よく折り返しさせることができるのでフェーズロックをより確実に行うことができる。

【 0 0 5 0 】

なお、上記した積層方向と直交する方向には回折格子はないものとして説明したが、回折格子の溝を積層方向にも形成して、積層方向とこれと直交する方向の両方に回折するようにすれば、双方向に効率よくレーザ光を折り返すことができる。また、光学部品 4 0 の出射面 4 2 においてホログラム処理を施してもよい。例えば、図 1 2 に示すように、半導体レーザ発光装置の光学部品 4 0 の出射面 4 2 にホログラム処理をすれば、光学部品 4 0 を透過したレーザ光をそのままスポット S P に集光することができる。また、平行光にするようなホログラム処理を施せば、平行光にもすることができる。このように構成すれば、集光や平行光とするための光学部品を減らすことができるため、コンパクトで集光可能な半導体レーザ発光装置を実現できる。

【 0 0 5 1 】

(変形例)

以上本発明の実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明は上記した形態に限られないことは勿論であり、その他、以下のような形態においても実施することができる。

①上記実施の形態においては、実屈折率導波構造をもつ半導体レーザアレイ素子を用いた場合について説明してきたが、本発明は、これらに限定されるものではなく、共振器を備える半導体レーザであれば適用でき、例えば、単一ストライプ半導体レーザや面発光半導体レーザを複数用いる場合などにも適用されるもの

である。

【 0 0 5 2 】

②上記実施の形態においては、半導体レーザアレイ素子のへき開面の一方（レーザ光出射側の背面側）がレーザ光をほとんど透過しないように構成されていたが、僅かにレーザ光を通すように構成して、そのへき開面側に光を折り返す光学部品を設置するようにしてもよい。その場合には当該光学部品によりレーザ光をすべて反射するようにし、上記レーザ光出射側の光学部品を取り除けば、さらにフェーズロックの効率が向上するとともに、集光した場合には上記レーザ光出射側から出射された光量を損失なく集光できるので高出力を得ることができる。

【 0 0 5 3 】

（用途例）

上記半導体レーザ発光装置の半導体レーザアレイ素子に以下の各色のレーザ光を出力するものを用いた場合に特に有用と思われる用途例について説明する。なお、以下の用途に限定されないのは勿論である。

（１） AlGaInP材料の赤色レーザ（波長 6 5 5 n m ～ 6 6 5 n m）

① まず、上記半導体レーザ発光装置は、レーザ溶接装置のトーチに組み込んで、金属の溶接に用いることができる。これによれば、高出力であるだけでなく、レーザ光は色を有するので、視認性に優れ、溶接作業の作業性向上にも寄与すると思われる。また、プリント基板などへの穴あけ加工を行う穴あけ加工装置にも使用することもできる。更に、表面変質加工（いわゆる焼き入れ）を行う表面変質加工装置にも使用するもことができる。

【 0 0 5 4 】

② また、いわゆるドット状の２次元マトリックスデータを作製するのに有効である。従来は、YAGレーザで行うのが一般であるが、このYAGレーザは応答性がよくないので、高速で均一なドットを形成する上で問題があった。例えば、照射しない時間が続いた後、細かくパルス状に照射を行うようなマトリックスパターンを形成するにはあまり向いていなかった。これに対して、半導体レーザアレイ素子は、応答性に優れるため、このようなマトリックスパターンを形成するのに有効である。

【 0 0 5 5 】

③ また、上記半導体レーザ発光装置は、生体の切開や止血用のレーザメス、フォトフィリン薬を注入した生体に照射して癌などの悪性腫瘍の治療、育毛治療などの医療機器にも利用することができる。

(2) InGaN材料の青色レーザ（波長 5 5 0 n m ; $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ ）

網膜に照射して網膜剥離の治療に適している。

【 0 0 5 6 】

(3) InGaN材料の緑色レーザ（波長 3 8 0 n m ; $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ ）

角膜に照射して近視の治療に利用することができる。

(4) InGaAs材料の赤外レーザ（波長 1 0 6 0 n m ; $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ ）

上記溶接、穴あけ、マーキング、生体の切開や止血用のレーザメスに加えて、SHG素子（波長を半分にする素子）を介して網膜に照射することによる上述の網膜剥離の治療などにも利用することができる。

【 0 0 5 7 】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明に係る半導体レーザ発光装置は、複数のレーザ光発振部を有するレーザ光発光部品と、少なくとも一のレーザ光発振部で発振し、その出力端面から出射されたレーザ光の少なくとも一部を、他のレーザ光発振部内に折り返して入射させる光学部品とを備えているので、発光点間隔が任意の間隔であっても折り返されたレーザ光に共振させることで各発光点から出射されるレーザ光をフェーズロックすることができる。

【 0 0 5 8 】

また、前記光学部品は、反射もしくは散乱されたレーザ光を他の半導体レーザアレイ素子に属するレーザ光発振部内に折り返して入射させるようにすることができるので、従来ではできなかった異なる半導体レーザに属する発光点から出射されるレーザ光をフェーズロックすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置の概略構成を示す斜視

図である。

【図 2】

上記半導体レーザ発光装置の光源部を示す斜視図である。

【図 3】

上記半導体レーザ発光装置を上面からみた光路図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 5】

上記第 2 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置を上面からみた光路図である。

【図 6】

上記第 2 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置のレーザ光の回折を説明するための上面からみた光路図である。

【図 7】

本発明の第 3 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 8】

上記半導体レーザ発光装置を側面から見た光路図である。

【図 9】

本発明の第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 1 0】

上記第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置を側面からみた光路図である。

【図 1 1】

上記第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ発光装置のレーザ光の回折を説明するための側面からみた光路図である。

【図 1 2】

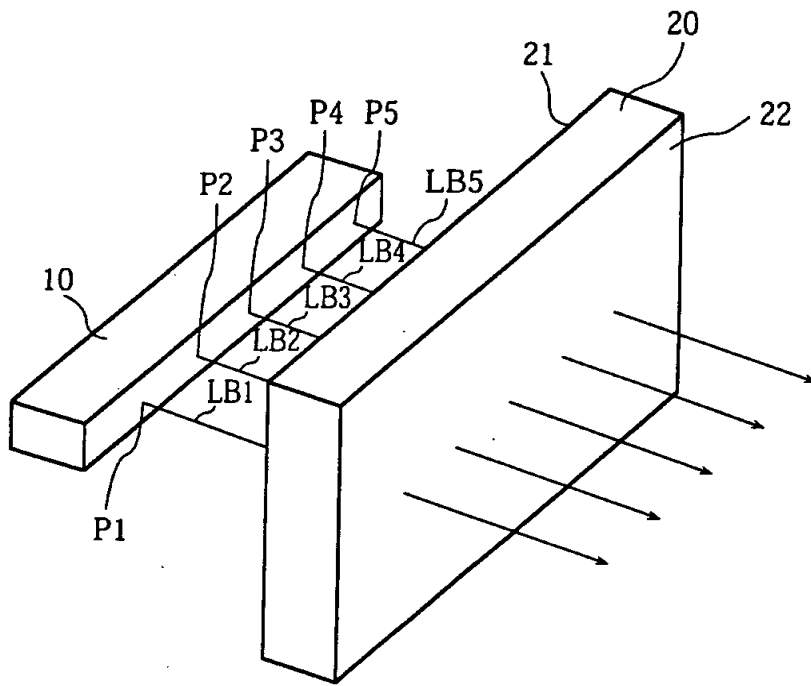
本発明の第 4 の実施の形態における変形例に係る半導体レーザ発光装置の概略構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

1, 2, 3, 4 半導体レーザ発光装置
10, 10a, 10b, 10c 半導体レーザアレイ素子
20, 30, 40, 40 光学部品
21, 31, 41 入射面
120, 121 へき開面
310, 410 凹部
311, 411 凸部
P1, P2, P3, P4, P5 発光点
LB1, LB2, LB3, LB4, LB5 レーザ光

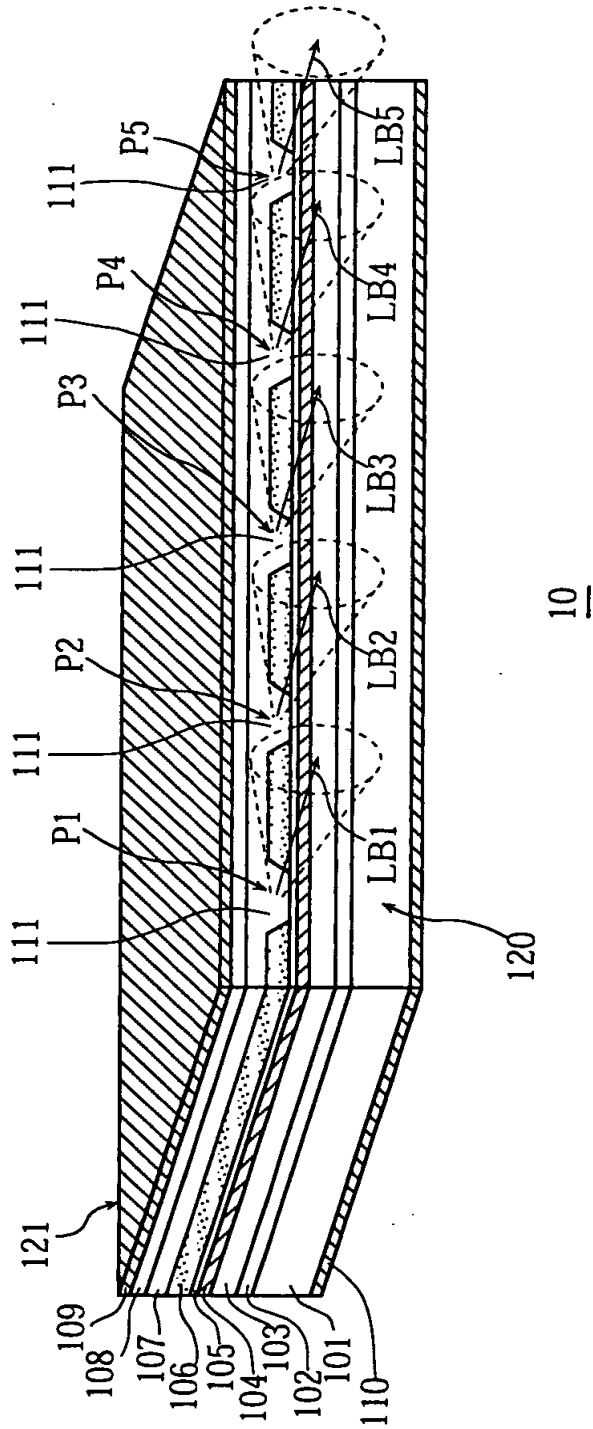
【書類名】 図面

【図1】

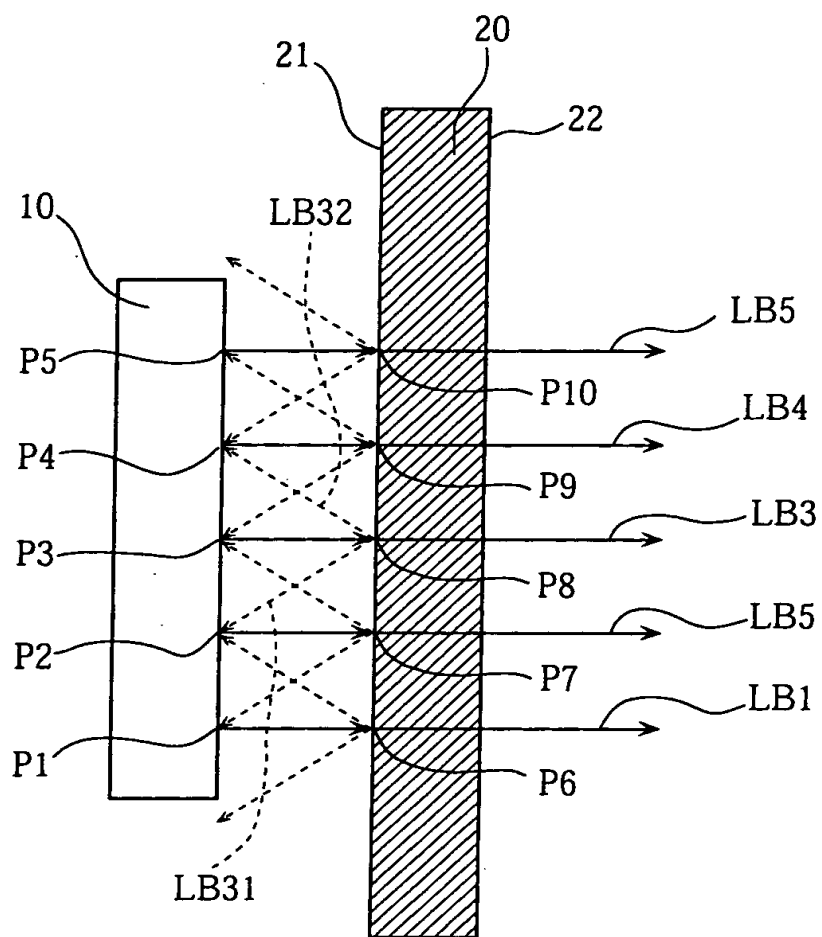


1

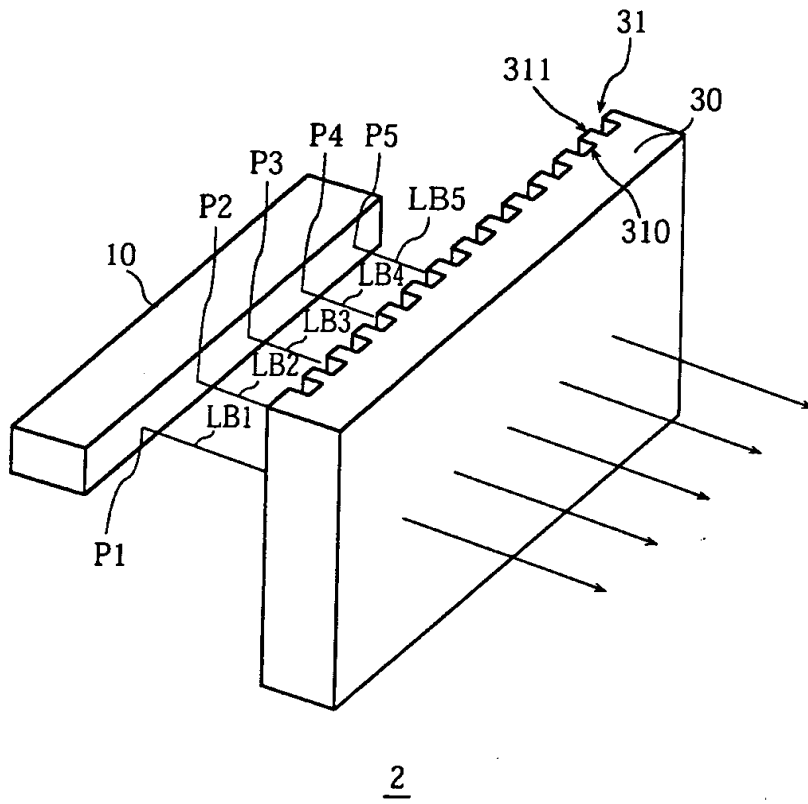
【図2】



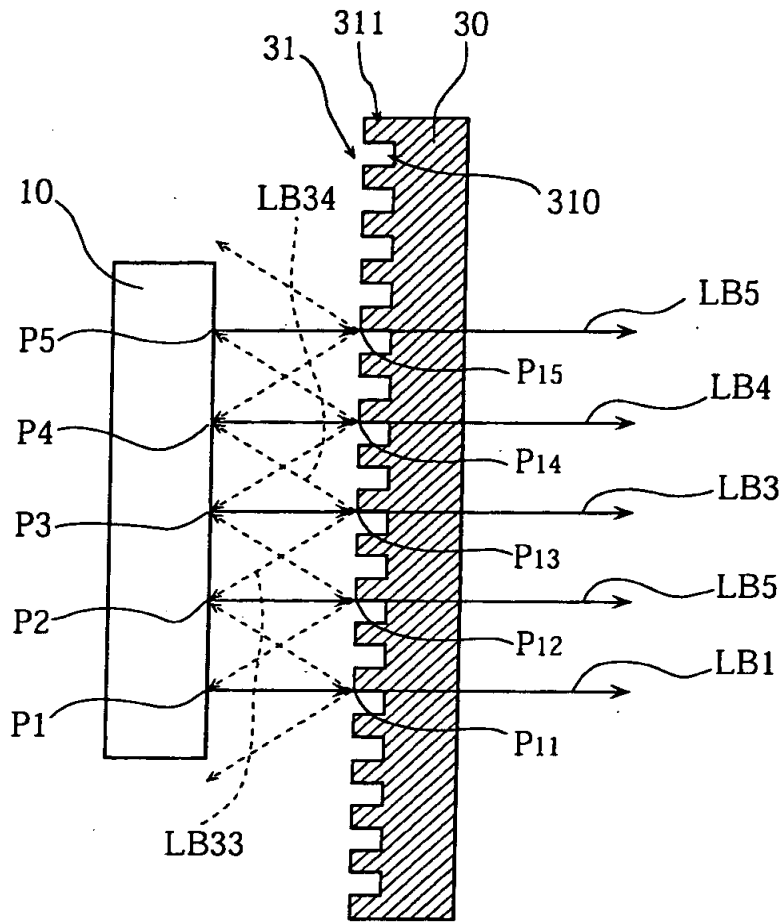
【図 3】



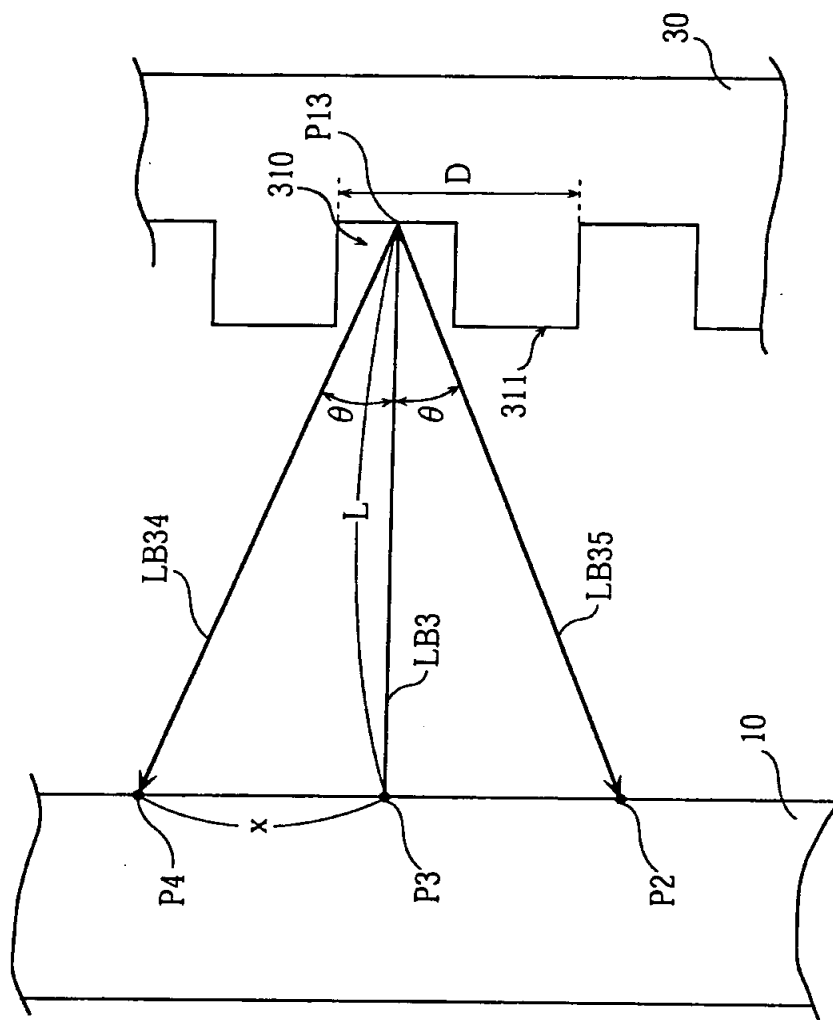
【図 4】



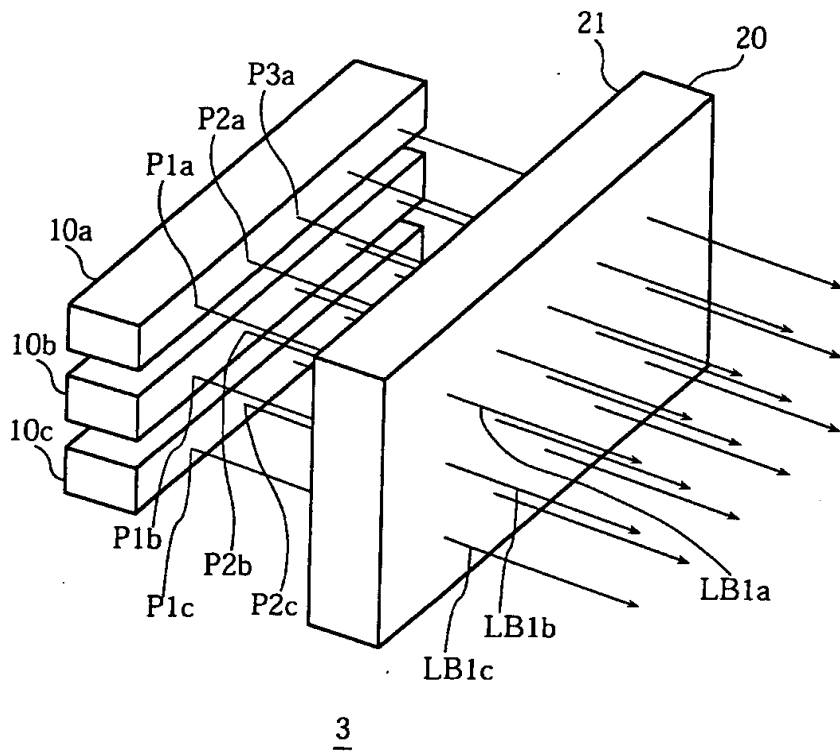
【図5】



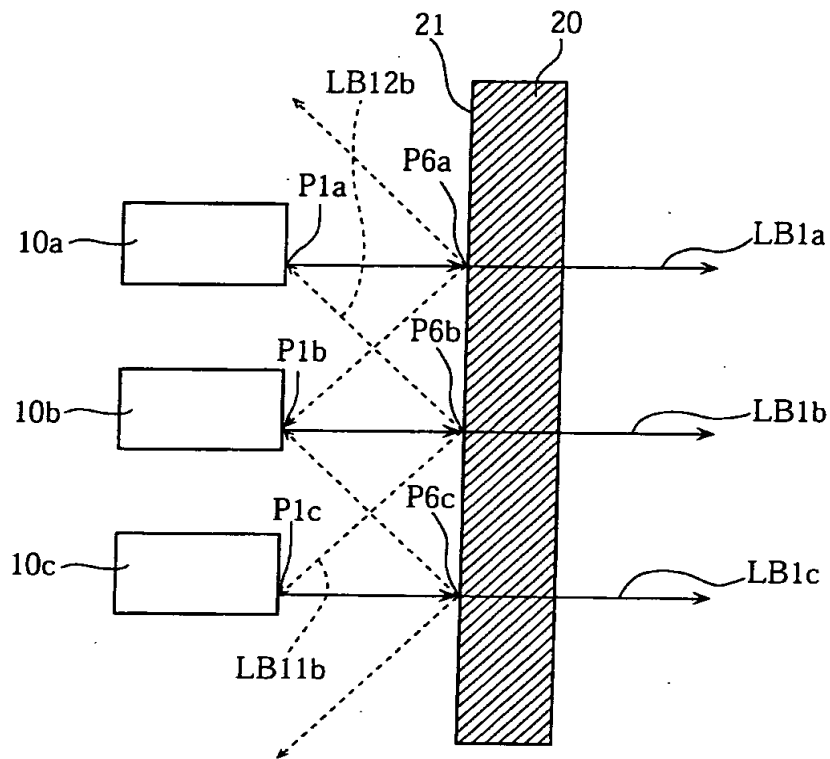
【図6】



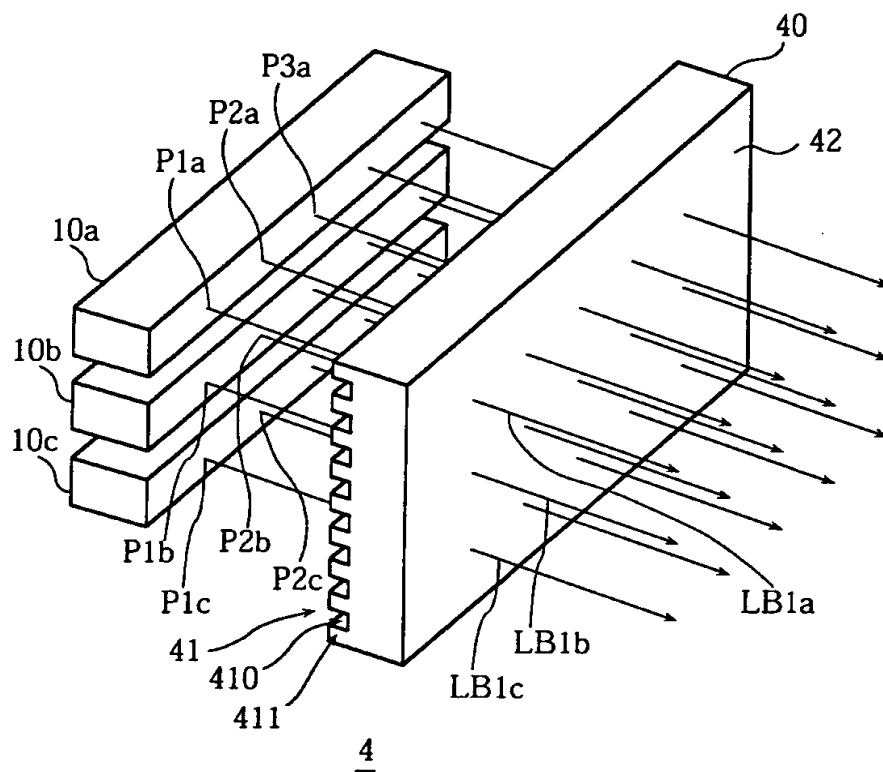
【図 7】



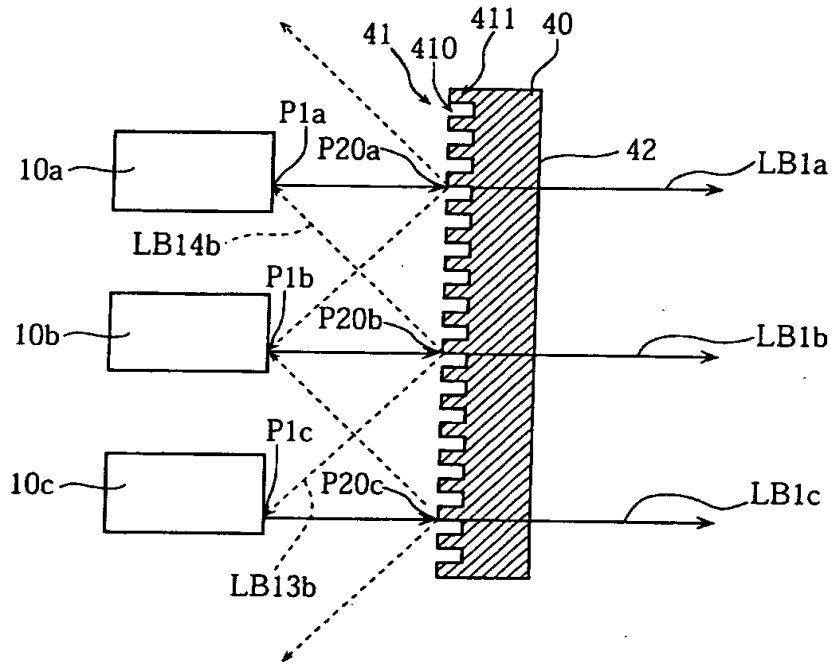
【図 8】



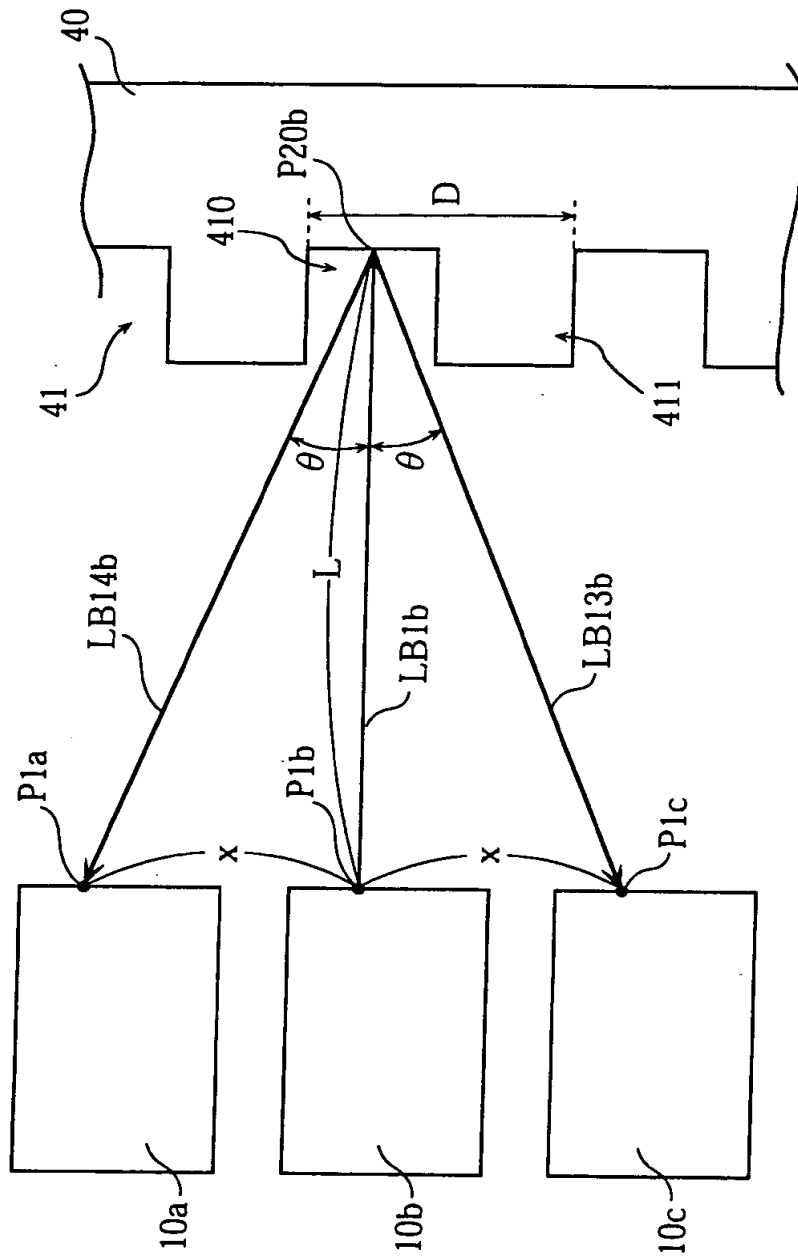
【図9】



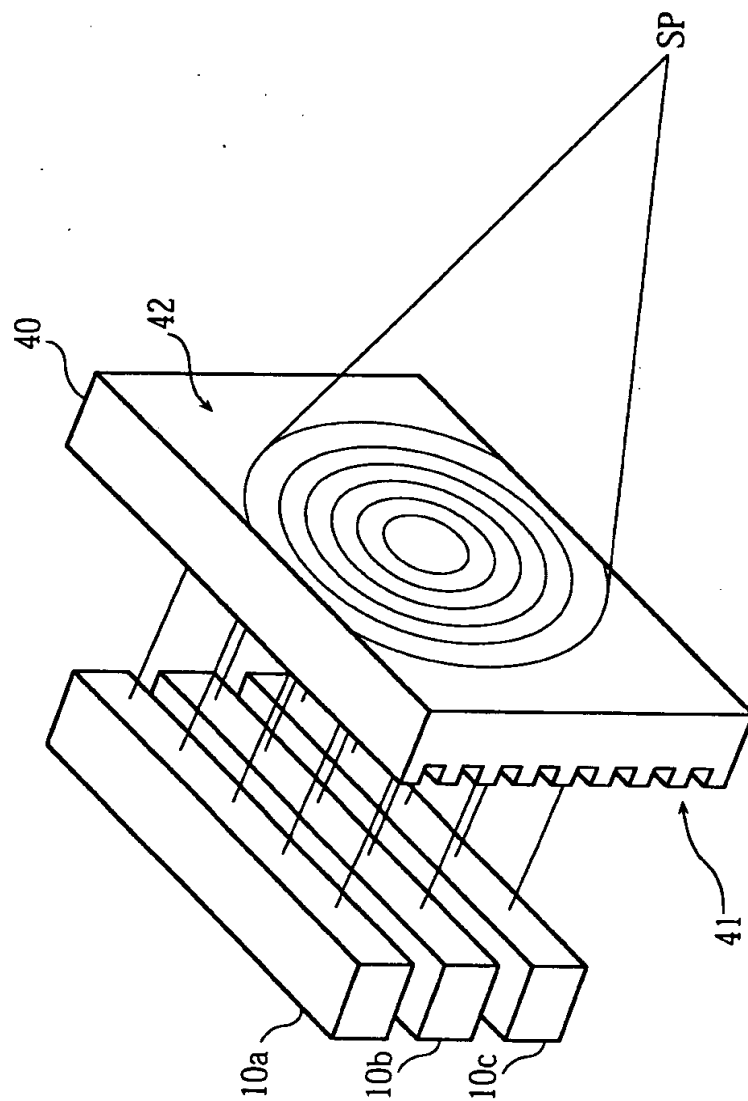
【図 10】



【図 11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 任意の間隔をもつ複数の発光点から出射されるレーザ光をフェーズロックすることが可能な半導体レーザ発光装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザアレイ素子 1 0 の発光点 P 1 ～ P 5 から出射されたレーザ光 L B 1 ～ L B 5 を、光学部品 2 0 の入射面 2 1 にて一部反射させる。各反射されたレーザ光は他の発光点に折り返される。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005843]

1. 変更年月日 1993年 9月 1日
[変更理由] 住所変更
住 所 大阪府高槻市幸町1番1号
氏 名 松下電子工業株式会社